

## 7. téma

### Beltéri légterek vizsgálata a BREEAM minősítéshez

#### 1. A BREEAM minősítés bemutatása

A BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) a világon legszélesebb körben elterjedt környezettudatos épületminősítési rendszer, amely értékesebbé teheti az épületet. A BRE (Építési Kutató Intézet) olyan független szervezet az Egyesült Királyságban, amelynek célja az épített környezet minőségének javítása.

A BREEAM a nagyobb léptékű beruházásokra összpontosít, és azok átfogó környezeti hatását vizsgálja. Felméri az egyes projektek társadalmi és gazdasági jólétre, természeti erőforrásokra, energiafelhasználásra, infrastruktúrára, lakhatásra és gazdasági létesítményekre gyakorolt hatását, miközben egy keretrendszert is biztosít a tervezéshez. A minősítési rendszer nemzetközi változatát 2017-ben vezették be.

A csaknem 30 éve létező BREEAM 78 országban van jelen, a nemrég továbbfejlesztett, egységesített minősítési rendszerének köszönhetően pedig ez a szám tovább növekszik. A BRE erőfeszítéseinek köszönhetően világszerte nagymértékben javult az épületek színvonala, valamint a fenntartható fejlesztésekkel érintett környékek lakóinak életminősége.

Az új épületekre vonatkozó BREEAM minősítés két fő részből áll: a tervezési fázis alatti minősítésből és az építkezés befejezését követő minősítésből. A végső minősítést az építkezés befejezését követő minősítés után lehet megszerezni, mivel ekkor lehet arról megbizonyosodni, hogy a tervezési fázisban tett nyilatkozatok vagy tervek ténylegesen megvalósultak-e. 2010-ben jelent meg a BREEAM In Use rendszer, mellyel meglévő épületeket lehet minősíteni.

A BREEAM minősítésű épületeket a következő osztályok valamelyikébe sorolják:

- megfelelt (pass),
- jó (good),
- nagyon jó (very good),
- kitűnő (excellent),
- kiemelkedő (outstanding).

#### TVOC és formaldehid koncentrációk a beltéri légterekben

A BREEAM minősítés beltéri légterekkel kapcsolatos követelményeit a *Hea 02 A beltéri levegő minősége* (Indoor air quality) fejezet tartalmazza. Kreditpont szerezhető  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  TVOC illetve  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  formaldehid koncentráció alatt. Kiemelkedő, ha a formaldehid koncentráció  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alatt van (Exemplary BREEAM követelmény, 32. sz. előírás).

A TVOC (összes illékony szerves vegyület) a BREEAM előírások szerint együtt tartalmazza az összes VOC vegyület koncentrációját, amelyek a gázkromatográfiás elemzés során a n-C6 (normál-hexán) és n-C16 (normál-hexadekán) között eluálódnak (jelennek meg időben a kromatográfiás elválasztás során).

A minősítő rendszer előírja az alkalmazható mérési módszerek (szabványok) körét, amely az elmúlt évek során jelentősen változott. Korábban megfelelt a diffúziós mintavétel is, a VOC vegyületek mintázására mi is azt a módszert alkalmaztuk (lásd a következő fejezetek alkalmazási példájában).

A legújabb BREEAM International New Construction 2016, Technical Manual (SD 233 2.0, elérhető: [www.breeam.com](http://www.breeam.com)) már csak az alábbi szabványokat nevesíti:

ISO 16000-2:2006	Indoor air. Part 2: Sampling strategy for formaldehyde.
ISO 16000-3:2011	Indoor air. Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air. - Active sampling method.
ISO 16000-5:2007	Indoor air. Part 5: Sampling strategy for volatile organic compounds.
ISO 16000-6:2011	Indoor air. Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID.
ISO 16017-1:2001	Indoor, ambient and workplace air. Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography. Part 1: Pumped sampling

A mintavétel ideje is meghatározott: 8 óta a TVOC koncentráció mérésekor és 30 perc a formaldehid esetében.

A vizsgálatokat a teljesen elkészült épületben, bútorozás előtt (post construction) kell elvégezni.

*A vizsgálatokkal kapcsolatos további előírásokat és azok gyakorlati megvalósítását egy kidolgozott vizsgálati jegyzőkönyv mintán keresztül mutatjuk be.*

## **2. A kidolgozott jegyzőkönyv minta tartalmi elemei, gyakorlati példák**

*(Megjegyezzük, hogy már az ezen jegyzőkönyv minta alapján dokumentáltuk 2018-ban Magyarország legnagyobb irodaháza, a Telekom székház beltéri légtereinek vizsgálatát, amely a 2013-ban bevezetett, a korábbinál szigorúbb követelmények szerint megszerezte a végleges BREEAM Excellent (kitűnő) minősítést az új építésű ingatlanok kategóriájában.)*

### **2.1. Bevezetés, a feladat megfogalmazása**

*Például:*

Az épületet a BREEAM (BRE Environmental Assessment Method – BRE Környezeti Minősítő Rendszer) minősítés „nagyon jó” („very good”) fokozatának megszerzése érdekében a meghatározott kredit pontok megszerzésének megfelelő műszaki megoldásokkal tervezték.

A vonatkozó kredit pontok megszerzése érdekében a fővállalkozó megbízásából feladatunk volt 30 perces formaldehid és 8 órás illékony szerves vegyület (TVOC) koncentrációk meghatározása méréssel az elkészült épületben, bútorozás előtt (post construction), 20 mérési ponton. A mérési eredmények értékelése a Hea 02 A beltéri levegő minősége (Indoor air quality) határértékeivel történő összehasonlítást jelenti.

### **2.2. Az épület és környezetének bemutatása**

Az épület elhelyezkedésének szöveges és térképes bemutatása (*helyszínrajz mellékletben*), a közeli közlekedés, szállítási útvonalak leírása.

A telek területe, a beépített alapterület, szintek.

Jellemző terület használatok, az épület fűtése, gépészeti berendezések (hűtők kültéri egysége, szellőzők, stb) elhelyezése.

VOC vegyületek kibocsátása tekintetében az irodaház környezetében említésre érdemes intézmények, a legközelebbi veszélyes ipari üzemek számba vétele.

Meteorológiai jellemzők a vizsgálatok idején.

A vizsgálatok idején mért átlagos környezeti meteorológiai jellemzők:

Dátum	Időtartam óra:perc	Hőmérséklet °C	Páratartalom rel. %	Légnyomás mbar	Szél irány, m/s

### 2.3. A mintavételi helyek jellemzése

#### A mintavételi helyek kiválasztásának szempontjai

A mintavételi helyek kiválasztásakor a hangsúlyt a tartós tartózkodásra szolgáló helyiségekre (irodák, tárgyalók, konferencia terem) helyeztük.

*Szigorúan véve ez képezi a megítélés alapját, bár az értékelés nem határozza meg egyértelműen, hogy milyen eltöltött időtartamtól számít tartósnak a helyiségben való tartózkodás. Tovább árnyalja a helyzetet, hogy különböző nemzetközi szakértő cégek gyakorlatában eltérő, hogy mely területeket vontak be a vizsgálatok körébe.*

Emellett a Megbízóval történt megállapodás értelmében vizsgáltuk az időszakosan elfoglalható (közösségi tér, melegítő konyha, fitness terem, étterem) helyiségeket, a közlekedési területeket (központi előcsarnok, lépcsőház, lift előtér) és példaként egy mosdó-WC helyiséget. A fenti helyiségekkel lefedtük az összes jellemzően alkalmazott szerkezeti- és burkoló anyagféléseket, a fűtési és szellőztetési megoldásokat.

Törekedtünk arra, hogy minden szinten és minden homlokzat irányába helyezzünk el mintavételi pontot. Az épületbe a környezeti levegőből bejutó légszennyezés megítélése céljából mintavételi pontot helyeztünk el az irodaház főbejárata előtti, szabad területen.

A nagyterű irodában, előcsarnokban és a konferencia teremben 3 vagy 2 mintavételi helyet jelöltünk ki, a légtér homogenitásának megítélése végett. A mintavétel és az elemzés mérési bizonytalanságának jellemzése céljából egy kiválasztott ponton 3 db párhuzamos mérés történt mind a formaldehid, mind a TVOC koncentrációkra nézve.

*A következő fejezet nem része a vizsgálati jegyzőkönyvnek,  
kiemelt fontossága miatt a vizsgálatok megkezdése előtt kell egyeztetni.*

#### A mérések sikeres elvégzéséhez szükséges megrendelői közreműködés

- A feladat elvégzéséhez szükséges információk rendelkezésre bocsátása, konzultáció a feladattal érintett kérdésekben. Ezek részét képezheti pl. az alábbi dokumentumok átadása: helyszínrajz, átnézeti helyszínrajz szintenként, építész műszaki leírás, helyiségkönyv vagy hasonló, amiből az egyes funkciójú termek száma, burkolati anyagaik és szellőztetése megítélhető a mérési pontok tervezéséhez.
- Helyszíni bejárás biztosítása a vizsgálat megkezdése előtt legalább 2 héttel.
- A mérendő jellemző üzemmenet beállítása és biztosítása a mérések időtartamára. Természetes szellőztetéssel rendelkező helyiségeket 15 percig intenzíven szellőztetni kell, majd az ajtókat és ablakokat legalább 8 óráig (pl egész éjszaka) zárva kell tartani a mérés megkezdése előtt. Gépi szellőztetéssel ellátott helyiségeknél a mintavétel megkezdése előtt legalább 3 órával a normál üzemeltetésnek megfelelően kell szellőztetni.

- A mérések napjára meg kell oldani a vizsgált helyiségek zárását vagy felügyeletét a teljes 8 órás mintavétel idejére, hogy meg lehessen akadályozni az ajtók nyitva hagyását és a szabálytalan műveletek végzését.
- A mérés idején a vizsgált helyiségek közelében is tilos a VOC vegyület tartalmú anyagok használata (pl. garanciális javítások alkalmával festés, ragasztás, rugalmas tömítő anyagok, tisztítószer használata).
- Felelős személy kijelölése a mérések idejére, aki érdeemben azonnal tud intézkedni a rendellenes műveletek végzésének megakadályozása ügyében.
- Amennyiben valamelyik mérési ponton valamelyik a határérték nem teljesül, javító intézkedéseket kell fogantatosítani, majd azt követően a vizsgálatot meg kell ismételni az érintett ponton.

#### A mintavételi helyek bemutatása

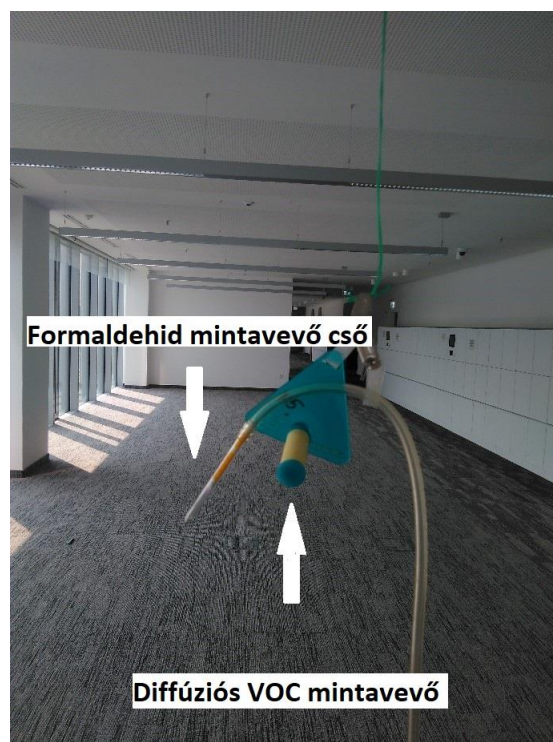
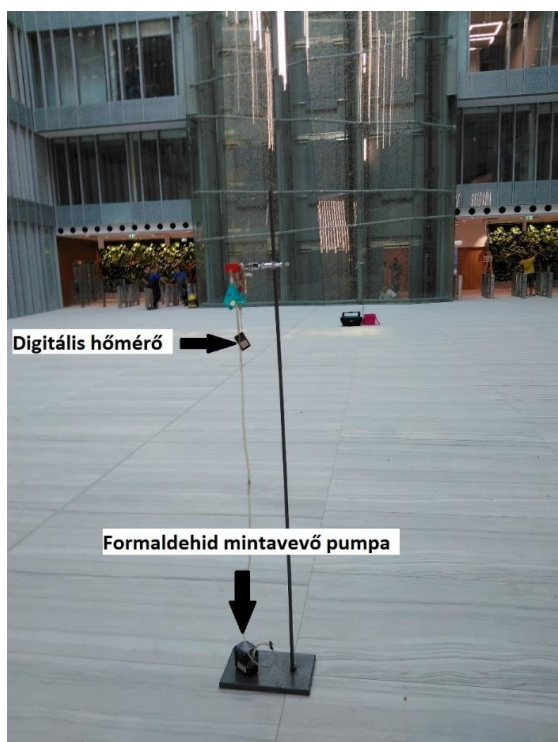
A mintavételi helyek bemutatását és jellemzését *mellékletek* tartalmazzák. Az egyik *mellékletben* táblázatos formában foglaljuk össze a vizsgált helyiségek alábbi főbb jellemzőit:

- terem azonosító sorszáma, a külső ablakok iránya,
- alapterület, belmagasság,
- a padló, a falak és a mennyezet meghatározó szerkezeti és burkoló anyagai.

Egy másik *melléklet* egyetlen helyszínrajzon mutatja az összes mérési pont elhelyezkedését, megkönnyítve ezzel a terület lefedettségének áttekintését. Ugyancsak *mellékletek* mutatják az egyes vizsgált helyiségek részletes helyszínrajzát, a mérési pontok feltüntetésével.

A mintavevőket 1,0-1,5 m magasságban kell elhelyezni, a falaktól legalább 1–2 m távolságban. A következő példákban a mintavevőket a padlótól 140–150 cm magasságban - döntően fém állványokon helyeztük el, a nagy irodákban pedig a világító testekre függesztettük. Erre mutatnak példát az alábbi fényképfelvételek.

#### Példák a mintavevők elhelyezésére:



Kiegészítő megjegyzések a mintavételi helyekkel kapcsolatban

Itt kerülnek jegyzőkönyvezésre mérési pontonként az eddig nem tárgyalt lényeges egyedi jellemzők vagy a megfigyelt eltérések (pl. már részben bútorozott a helyiség, átjárás vagy VOC-tartalmú anyagok használata a területen vagy a közelében).

Fontos tudni, hogy illékony szerves vegyületeket (VOC-et) több ezer termék bocsát ki. Ilyenek például a festékek és lakkok, festékeltávolítók, ragasztó- és tömítő-anyagok, tisztítószeresek, építőanyagok és lakberendezési cikkek, préselt faárúk (rétegelt lemez, forgácslap, farostlemez, OSB-lap), növényvédő és rovarirtó szerek.

**2.4. Mérési eredmények**

A VOC mintavételek jellemzői:

Helyiség	Mérési pont	A mintavétel időtartama	Átlag hőm. °C	Légnedvesség rel. %
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	6.			
	7.			
	8.			
	9.			

A diffúziós aktívszén minták VOC tartalmát alvállalkozó akkreditált laboratórium határozza meg, jegyzőkönyvüket *mellékletként* csatoljuk. (A laboratórium által használt mintaszámok mérési pontokhoz rendelését lást a melléklet nyitó oldalán.) Látható, hogy 225 vegyületet határoztak meg mennyiségileg. Az eredményeket átszámoltuk  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  koncentrációra (a képletet lásd egy későbbi fejezetben), amit egy *mellékletben* adtunk meg. A könnyebb áttekinthetőség érdekében a mellékletben már nem szerepeltettük az alábbi vegyületeket:

- amelyek koncentrációja mindegyik beltéri mintában a meghatározási határ alatt volt,
- a megítélésen kívül eső SVOC (kevésbé illékony, C17-C22) vegyületeket.

A fenti szűkítés után az első mérési napon 45 db, a 2. napon 49 db, a 3. napon pedig 57 db egyedileg azonosított és 1 db egyenként nem azonosított vegyület család (egyéb alifás szénhidrogének) maradt. Az eredményeket összefoglaló *melléklet* legfontosabb sora az utolsó (TVOC), amely együtt tartalmazza az összes VOC vegyület koncentrációját, amelyek – a BREEAM előírásokkal összhangban – a gázkromatográfiás elemzés során a n-C6 (normál-hexán) és n-C16 (normál-hexadekán) között eluálódtak.

A következő oldalon egy konkrét mérési nap eredményeit foglaltuk össze.

## A VOC mérési eredmények összefoglalása, 1. mérési nap

Komponens	Koncentráció mintavételi pontonként, $\mu\text{g}/\text{m}^3$								
	1.	2.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	20.
Benzol	1,3	0,9	0,0	0,0	1,1	0,8	0,9	1,0	1,0
Toluol	7,3	5,9	2,5	2,8	4,1	2,7	2,6	4,1	2,0
Eti-lbenzol	5,3	5,4	2,2	2,6	2,7	1,8	1,9	3,2	0,7
1,3-Xilol és 1,4-Xilol	10,2	12,5	6,0	8,0	7,6	4,6	4,7	8,8	1,6
1,2-Xilol	3,3	4,1	2,1	2,8	2,7	1,5	1,6	3,1	0,6
1,2,4-Trimetil-benzol	0,0	0,5	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
1-Etil-3-metil-benzol	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0
Sztirol	0,8	1,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,0	0,8	0,0
<b>Aromás Ch-ek összege</b>	<b>28,1</b>	<b>31,0</b>	<b>13,1</b>	<b>17,9</b>	<b>19,8</b>	<b>11,9</b>	<b>11,6</b>	<b>21,5</b>	<b>5,8</b>
n-Hexán	8,6	7,7	1,3	1,2	2,7	2,1	2,7	3,9	1,5
Ciklohexán	62,4	41,9	10,3	12,3	<b>122,3</b>	30,5	46,2	<b>102,7</b>	5,0
n-Heptán	4,5	2,7	0,9	1,2	2,4	0,6	0,8	1,7	0,5
Metil-ciklohexán	6,8	4,2	0,9	1,3	3,4	1,0	1,3	2,9	0,5
n-Oktán	2,3	3,3	0,0	0,0	0,8	0,6	0,7	1,6	0,4
n-Dodekán	0,0	1,6	1,4	0,0	1,0	0,0	0,9	1,7	18,1
n-Tridekán	0,0	1,1	0,0	0,0	1,1	0,0	1,0	1,0	9,1
n-Tetradekán	1,0	2,8	1,6	2,0	2,5	0,0	4,2	2,6	4,9
n-Hexadekán	0,0	1,1	0,0	1,3	3,1	0,0	2,4	2,7	2,6
Egyéb alifás szénhidrogén	10,9	7,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	3,0	0,0
<b>Alifás Ch-ek összege</b>	<b>96,4</b>	<b>73,3</b>	<b>16,5</b>	<b>19,4</b>	<b>144,0</b>	<b>34,9</b>	<b>60,3</b>	<b>123,8</b>	<b>42,7</b>
alfa-Pinén	0,0	0,0	4,9	0,0	6,6	0,0	0,0	2,2	0,0
Limonén	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,8	0,0
Kamfén	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
<b>Terpének összege</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,9</b>	<b>0,9</b>	<b>8,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,2</b>	<b>0,0</b>
n-Pentanal	0,8	0,7	0,8	1,7	1,5	0,7	1,0	1,4	0,5
n-Hexanal	0,5	0,7	0,8	2,0	2,0	0,0	1,0	1,3	0,0
n-Nonanal	0,5	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,7
Furfurol	0,6	0,6	0,0	0,7	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0
Benzaldehid	8,7	10,1	5,7	12,8	8,3	4,1	4,5	12,5	2,1
<b>Aldehidek összege</b>	<b>11,0</b>	<b>12,5</b>	<b>7,3</b>	<b>17,3</b>	<b>13,9</b>	<b>4,8</b>	<b>6,5</b>	<b>16,3</b>	<b>3,3</b>
terc-Butanol	0,7	0,5	0,0	0,0	0,9	0,5	0,8	1,1	0,0
Izo-butanol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0
1-Butanol	5,6	4,5	1,6	2,4	9,9	3,6	3,6	6,7	0,6
2-Etil-1-hexanol	0,0	0,0	0,6	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5
<b>Alifás alkoholok összege</b>	<b>6,3</b>	<b>5,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	<b>12,0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>7,8</b>	<b>1,1</b>
Fenol	0,7	1,1	0,0	2,4	0,8	0,0	0,0	1,5	3,5
Benzil-alkohol	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Aromás alkoholok összege</b>	<b>0,7</b>	<b>1,1</b>	<b>0,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,5</b>	<b>3,5</b>
Etilénglikol-monobutil-éter	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Dipropilénglikol-dimetil-éter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Glikolok, glikoléterek összege</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Etil-metil-keton	17,0	10,5	2,2	3,3	3,6	2,8	3,0	4,0	2,7
Acetofenon	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,7	0,9
<b>Ketonok összege</b>	<b>17,0</b>	<b>10,5</b>	<b>2,2</b>	<b>3,9</b>	<b>4,2</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>	<b>3,6</b>
Ecetsav	14,8	9,1	3,9	<b>31,0</b>	<b>37,7</b>	1,7	18,1	<b>23,4</b>	<b>46,2</b>
Propionsav	0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	0,0	0,5	0,6	2,3
<b>Karbonsavak összege</b>	<b>14,8</b>	<b>9,1</b>	<b>3,9</b>	<b>31,6</b>	<b>38,2</b>	<b>1,7</b>	<b>18,6</b>	<b>24,0</b>	<b>48,4</b>
Etil-acetát	<b>86,1</b>	45,5	4,0	10,8	<b>72,9</b>	18,5	<b>43,0</b>	<b>67,6</b>	9,7
n-Butil-formiát	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Izobutil-acetát	0,9	0,6	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
1-Butil-acetát	1,6	1,7	0,0	0,7	2,2	0,4	0,9	1,5	0,0
<b>Észterek összege</b>	<b>88,6</b>	<b>47,7</b>	<b>4,0</b>	<b>11,4</b>	<b>76,5</b>	<b>18,9</b>	<b>43,9</b>	<b>69,1</b>	<b>9,7</b>
Di-n-butil-éter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
1,4-Dioxán	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Tetrahidrofuran	0,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hexametiléntetramin	8,3	3,0	3,5	3,2	0,0	3,6	1,3	2,4	2,2
<b>TVOC (C6-C16)</b>	<b>263</b>	<b>190</b>	<b>54,0</b>	<b>108</b>	<b>320</b>	<b>79,5</b>	<b>148</b>	<b>273</b>	<b>118</b>

A formaldehid mérések eredményei

Az átszívásos, DNPH-al kezelt szilikagél minták formaldehid tartalmát alvállalkozó akkreditált laboratóriuma határozta meg, az eredmények *mellékletben* kerülnek átadásra.

**A formaldehid mintavételek jellemzői és a végső mérési eredmények** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  koncentráció) összefoglalása az alábbihoz hasonló táblázatban kerül bemutatásra:

Helyiség	Mérési pont	A mintavétel időtartama	Levegő minta mennyisége, l	Koncentráció $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**2.5. Az eredmények összefoglaló értékelése**

A mérési eredmények összefoglaló értékelése

(a táblázat már csak a megismételt TVOC mérések eredményeit mutatja)

Helyiség	Mérési pont	Koncentráció, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Értékelés
		Formaldehid	TVOC	
	1.	13	263	Megfelelt
	2.	13	190	Megfelelt
	4.	31	54,0	Megfelelt
	5.	22	108	Megfelelt
	6.	26	296	Megfelelt
	7.	18	79,5	Megfelelt
	8.	18	148	Megfelelt
	9.	10	273	Megfelelt
	10.	18	166	Megfelelt
	11.	13	248	Megfelelt
	12.	14	224	Megfelelt
	13.	15	250	Megfelelt
	14.	23	260	Megfelelt
	15.	30	154	Megfelelt
	16.	20	181	Megfelelt
	17.	18	172	Megfelelt
	18.	18	147	Megfelelt
	19.	17	160	Megfelelt
Bejárat előtt, a szabadban. Környezeti levegő háttér pont.	20.	< 4	118	Nem kell értékelni
BREEAM követelmény (11. ill. 12. sz. előírás)		100	300	

Exemplary BREEAM követelmény (32. sz. előírás)	10	Egyik helyiség sem felelt meg
--	----	-------------------------------

**A fenti táblázat alapján megállapítható, hogy az összes mérési ponton a formaldehid és a TVOC koncentráció eleget tesz a BREEAM alap követelménynek, de nem elégíti ki a formaldehidre vonatkozó szigorúbb elvárást (Exemplary BREEAM követelmény).**

## 2.6. Alkalmazott mintavételi és mérési módszerek

### Formaldehid meghatározása

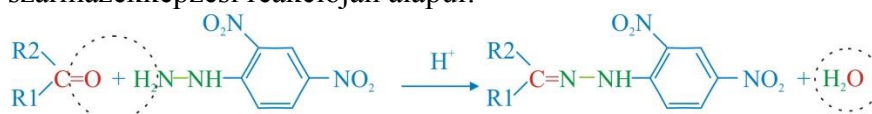
#### Alkalmazott szabvány:

ISO 16000-3:2011 Indoor air. Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air.  
Part 3: Active sampling method

*Vizsgálólaboratóriumunk munkahelyi légterekből történő formaldehid mintavételére akkreditált, a hasonló módszert alkalmazó NIOSH 2016: 2003 Formaldehyde szabvány szerint.*

#### A mérési módszer elve:

A mérési módszer a formaldehid (R1, R2 = H) karbonil csoportjának 2,4-dinitrofenil-hidrazinnal történő alábbi származékképzési reakcióján alapul:



A mintavétel során képződött stabil, színes hidrazin származékot acetonitrillel oldják le, az elemzés HPLC-UV (folyadék-kromatográfia UV detektálással) módszerrel történik.

#### A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag: SKC Cat. No. 226-119, 2,4-dinitrofenil-hidrazinnal kezelt szilikagél, 300+150 mg töltet, 2 db cső sorba kötve.  
Mintavétel előtt és után hűtve tárolva.

Mintavevő szivattyú: SKC AirCheck TOUCH 220-5000TC, 5-5 000 ml/min, l/min kijelzés, T, p korr.

Mintavételi sebesség: 1,5 l/perc.

Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével  
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

### VOC vegyületek meghatározása

#### Alkalmazott szabvány:

MSZ EN ISO 16017-2:2004 Beltéri, környezeti és munkahelyi levegő. Az illékony szerves vegyületek mintavétele és elemzése szorbenscsővel / termikus deszorpcióval / kapilláris-gázkromatográfiával.  
2. rész: Diffúziós mintavétel (ISO 16017-2:2003).

*Vizsgálólaboratóriumunk fenti szabvány szerinti vizsgálatokra érvényes akkreditációval rendelkezik.*

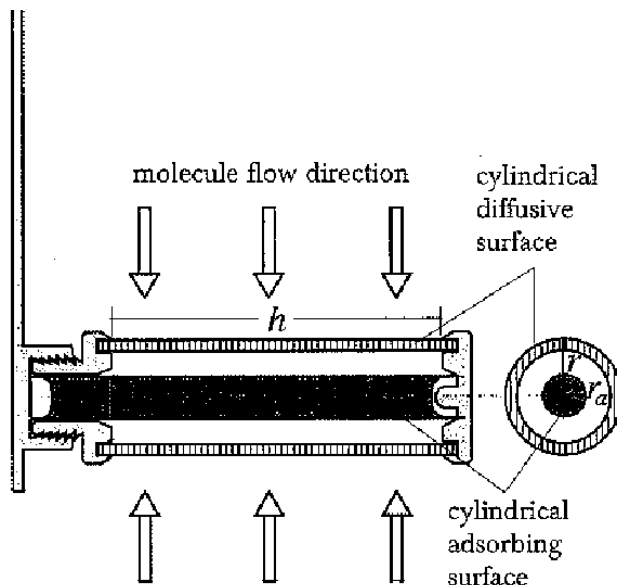
#### A mérési módszer elve:

A VOC vegyületek koncentrációjának meghatározására a környezeti, beltéri és munkahelyi levegő vizsgálatára az 1990-es évektől rohamosan elterjedő diffúziós mintavételi technikát alkalmaztuk. A diffúziós mintavétel során pumpa nem kerül alkalmazásra, a légszennyező anyagok diffúzióval jutnak el a megkötő anyag (adszorbens) felületére. Az adszorbens tölteten megkötődött vegyületek meghatározása termodeszorpciót követően kapilláris gázkromatográfiás módszerrel történik, tömegspektrometriás detektálás mellett (TD GC-MS módszer).



Alkalmazott mintavevő anyag és jellemzői:

Gyártó:	Fondazione Salvatore Maugeri - IRCCS Environmental Research Centre (Olaszország)
Adsorbens patron:	<b>Radiello</b> RAD145, 350 mg 35/50 mesh grafitizált szén töltet 3 x 8 µm mesh rozsdamentes acél hálóban (Ø 4,8 mm).
Diffúziós köpeny:	sárga, többször felhasználható, Ø 16 x 47 mm méretű, 5 mm vastag, 10 µm pórusméret, mikropórusos polietilén (Cat. No. RAD120-2).
Tartóelem:	többször felhasználható, polikarbonát.



A koncentrációsámítás az alábbi összefüggés szerint történik:

$$C[\mu\text{g}/\text{m}^3] = \frac{10^6 * m[\mu\text{g}]}{Q[\text{ml}/\text{min}] * t[\text{min}]}$$

ahol:

- C az adott komponens átlag-koncentrációja a vizsgált helyen
- m a tölteten megkötött VOC vegyületek tömege (laboratórium eredményei alapján)
- Q felvételi sebesség: a gyártó által kimért adatok vagy a hasonló kémiai szerkezet és molekula méret alapján
- t az expozíciós idő ( 480 perc ).

Tekintettel arra, hogy a vizsgált területeken az átlag hőmérséklet a 25 °C-tól legfeljebb 3 fokkal tért el, a felvételi sebesség hőmérséklet függésének figyelembe vételétől eltekintettünk (ez legfeljebb 1,5 %-os hibát eredményezhet).

### **A környezeti levegő állapotjellemzőinek meghatározása**

#### Alkalmazott szabványok:

MSZ ISO 8756:1995	Levegőminőség. A hőmérséklet-, a légnyomás- és a légnedvességi adatok figyelembevétele.
MSZ 21452-1:1975	A levegő állapotjelzőinek meghatározása. Nedvességtartalom mérése.
MSZ 21452-3:1975	A levegő állapotjelzőinek meghatározása. Hőmérséklet mérése.

#### Alkalmazott mérőkészülékek és jellemzőik:

##### Hőmérséklet és páratartalom mérés

Kézi műszer:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroPalm HP23-A
Érzékelő:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroClip HC2-IC402-A.
Működési elv:	kapacitív nedvesség-tartalom érzékelő és NTC hőmérő.
Mérési tartomány:	-50 - +200 °C hőmérséklet, 0 – 100 % relatív páratartalom.
Felbontás:	0,1 % relatív páratartalom, 0,1 °C hőmérséklet.
Pontosság:	± 0,8 % relatív páratartalom, ± 0,1 °C hőmérséklet.

##### Szélesség mérés

Kézi műszer:	Gyártó, típus: TESTO 445 elektronikus, digitális.
Érzékelő:	Testo szárnykerekű, Ø100 mm.
Mérési tartomány:	0,1–15 m/s.

##### Barometrikus nyomás mérése:

Gyártó, típus:	Testo 511 digitális barométer.
Működési elv:	elektronikus abszolút nyomásmérő.
Mérési tartomány:	300 - 1200 mbar.
Felbontás:	1 mbar.
Pontosság:	leolvasás ± 3 mbar.